

Bemessungshilfen für
angeklebte Laschenverstärkungen
von Stahlbetonplatten

Forschungsbericht
Prof. Dr.-Ing. F.S. Rostásy
Dr.-Ing. E.-H. Ranisch

Oktober 1986

VERBODEN TOEGANG
Institut für Bautechnik und Schutz
der Naturwissenschaften
Prof. Dr. Rostásy
Prof. Dr. Ranisch

Gefördert mit Forschungsmitteln
des Landes Niedersachsen durch
Erlaß des Niedersächsischen Ministers
für Wissenschaft und Kunst Nr. 58/84
vom 05.12.1984.

1. Einleitung

Das Ankleben von Stahllaschen an Stahlbetontragglieder zum Zwecke einer Tragfähigkeitssteigerung wurde vor rund 20 Jahren zuerst in Frankreich erprobt. Bald danach wurden in verschiedenen Ländern hierzu Laboruntersuchungen und darauf aufbauend auch Baustellenanwendungen durchgeführt. Überwiegend wurden die Laschen dabei auf Basis objektbezogener Versuche bemessen. In geringerem Maße wurde eine Bemessung mit Hilfe der nationalen Regelwerke durchgeführt, wobei die Laschen wie Rippenstahl gleichen Querschnitts behandelt wurden. Die unterschiedlichen Dehnungszustände in der von Anfang an vorhandenen Stabstahlbewehrung und den nachträglich angeklebten Laschen, die sich in der Regel nicht an der Aufnahme des Eigengewichts beteiligen können, wurden dann näherungsweise durch Superposition berücksichtigt. Diese Vorgehensweise ist im Ausland dadurch begünstigt, daß dort Laschenverstärkungen ausschließlich in der Verantwortlichkeit der Ausführungsfirma hergestellt werden können. Detaillierte oder nachvollziehbare Berechnungen sind für die inzwischen nicht wenigen Anwendungsfälle im Ausland nicht veröffentlicht worden.

In Deutschland werden zur Zeit geklebte Laschenverstärkungen für zwei ganz verschiedene Aufgaben ausgeführt:

Die erste Aufgabe ist die Sanierung gerissener Koppelfugen von durchlaufenden, abschnittsweise hergestellten Spannbetonbrücken überwiegend mit Hohlkastenquerschnitt. Dort werden Laschen auf die Bodenplatte aufgeklebt, um einer unzulässigen Ermüdungsbeanspruchung der Spanngliedkopplungen entgegenzuwirken. Die Bodenplatten können hierbei als zentrisch auf Zug beansprucht angenommen werden. Die Bemessung der Laschen erfolgt aufgrund objektbezogener Versuche und einer daraus abgeleiteten Theorie für den Klebverbund /1/ - /5/. Diese Verstärkungsarbeiten werden in Eigenverantwortlichkeit der Brückenbauverwaltungen durchgeführt.

Die zweite Aufgabe ist die Verstärkung von Biegetraggliedern im Hochbau. Für diese Arbeiten hat das Institut für Bautechnik in Berlin vier Baufirmen eine bauaufsichtliche Zulassung erteilt /6/. Der Zulassungsbescheid begrenzt die Anwendung des Verfahrens auf vorwiegend ruhende Lasten nach DIN 1055 sowie auf Umweltbedingungen entsprechend DIN 1045, Tabelle 10, Zeilen 1 und 2.

Die Biegebemessung ist nach diesem Zulassungsbescheid in Anlehnung an DIN 1045 zu führen. Für die Schub- und Verbundspannungsnachweise werden Regeln angegeben.

In der Praxis ergeben sich aus den Anweisungen des Zulassungsbescheides folgende Probleme:

1. In der Regel haben die Stabstahlbewehrung und die Laschen unterschiedliche Streckgrenzen. Die tabellierten Bemessungshilfen (z.B. /7/) gelten stets nur für eine Stahlart.
2. Das Berücksichtigen der unterschiedlichen Dehnungszustände in Laschen und Stabstahlbewehrung muß iterativ erfolgen.
3. Aus wirtschaftlichen Gründen sollte die Klebfläche möglichst klein sein. Auch diese Aufgabe ist nur iterativ zu lösen.

Das Ziel dieser Forschungsarbeit bestand darin, Bemessungshilfen zu entwickeln, mit denen die Iterationsverfahren vermieden werden können.

Diese Aufgabe ist für plattenartige Bauteile durch die Bereitstellung von Tabellen gelöst worden. Für Balken hat sich gezeigt, daß die Variation der Eingabedaten für eine vernünftige Tabellierung zu vielfältig ist. Bei Balken scheinen daher z.Zt. die o.g. Iterationsverfahren übersichtlicher zu sein.

2. Lösungsweg für Platten

2.1 Aufgabenstellung

Für auf Biegung beanspruchte und nachträglich zu verstärkende Stahlbetonplatten unter Gleichlast mit Dicken von $d = 10$ bis 24 cm und Stützweiten von $\ell = 3,00$ bis $6,00$ m sollen für einen Verstärkungsgrad $\eta_M = 1,75$ die erforderlichen Laschenquerschnitte berechnet und die Laschengeometrie für minimale Klebflächen ermittelt und in Tabellenform zusammengestellt werden. Unter dem Verstärkungsgrad η_M soll hier das Verhältnis der rechnerischen Gebrauchsmomente von der verstärkten Platte zur unverstärkten verstanden werden. Die zulässigen Verformungen und Spannungen werden DIN 1045 bzw. der Zulassung /6/ entnommen. Für die Laschen wird grundsätzlich Baustahl St 37 angenommen. Die Tabellen werden für die Betonfestigkeitsklassen B 25 und B 35 und für die Betonstahlsorten III und IV aufgestellt. Für andere Betone und Stähle werden Extrapolationsverfahren angegeben.

Die Tabellenwerte werden durch Iterationsverfahren mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage ermittelt.

Die Plattengeometrie und die verwendeten Hilfsgrößen sind auf Bild 2.1 dargestellt.

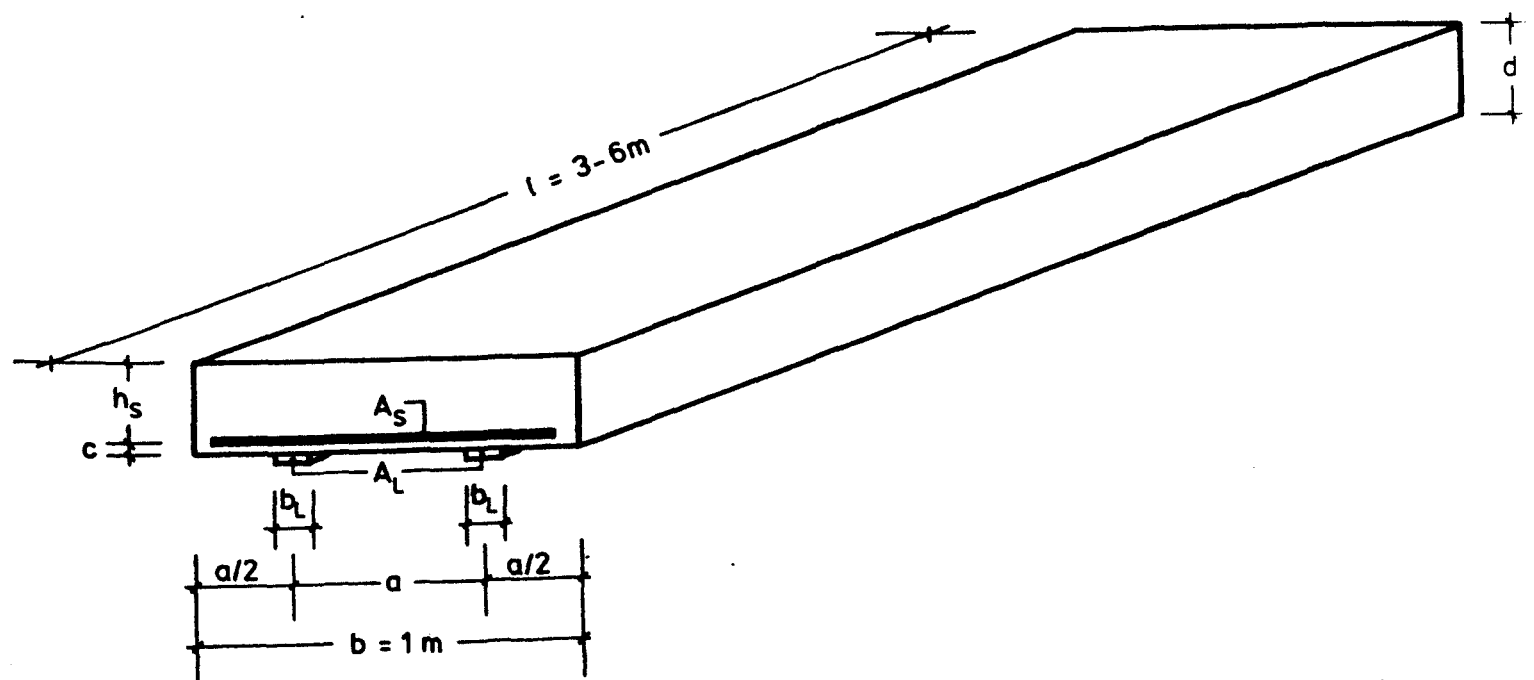


Bild 2.1: Plattengeometrie

2.2 Biegebemessung

2.2.1 Bemessungsverfahren

Die Biegebemessung wird mit dem von Quast entwickelten Programm "PBMQ-Programmgesteuertes Berechnen im Massivbau, Querschnittsuntersuchungen" /11/ durchgeführt. Dieses Programm berechnet auf iterativem Wege für beliebige Stahl- oder Spannbetonquerschnitte Momenten-Krümmungsbeziehungen. Dabei werden die Rechenwerte der Spannungsdehnungslinien von Beton und Stahl aus dem Parabel-Rechteckdiagramm für Beton und aus der bilinearen Arbeitslinie für Stahl nach DIN 1045, Bild 11 und 12 gewonnen. Die Bewehrung kann vorge-dehnt sein.

Das Programm liefert außerdem für beliebige Biegemomente die Dehnungs- und Spannungszustände von Beton und Stahl bzw. die erforderlichen Bewehrungsquerschnitte zum Einhalten vorgegebener Grenzdehnungszustände.

2.2.2 Vorgaben

Im folgenden werden die Bedingungen der DIN 1045 und der Zulassung /6/ aufgelistet, die bei der Biegebemessung zu berücksichtigen waren:

1. Biegeschlankheit

$$\frac{l}{h_s} \leq 35$$

2. Das Eigengewicht wird nach DIN 1055 zuzüglich 10% für Ausbaulasten (Putz, Estrich) berechnet (Einfeldplatten):

$$M_g = 3,5 \cdot b \cdot l^2 \quad (1)$$

Das Gewicht der angeklebten Laschen wird ebenso wie das der Stabstahlbewehrung durch den Rechenwert von 0,25 kN/m² für die Rohdichte des bewehrten Betons berücksichtigt.

3. Das Bruchmoment der unverstärkten Platte M_{su} ist definiert als jenes Moment, bei dem entweder eine maximale Stahldehnung von $\epsilon_s = 5,0 \text{ mm/m}$ oder die minimale Betondehnung von $\epsilon_b = -3,5 \text{ mm/m}$ erreicht wird.
4. Das Bruchmoment der verstärkten Platte $M_{s+L,u}$ ist definiert als jenes Moment, bei dem entweder die maximale Laschendehnung von $\epsilon_L = 2,0 \text{ mm/m}$ oder die maximale Stahldehnung von $\epsilon_s = 5,0 \text{ mm/m}$ oder die minimale Betondehnung von $\epsilon_b = -3,5 \text{ mm/m}$ erreicht wird. Das niedrigste Moment ist maßgeblich.
5. Das Gebrauchsmoment ergibt sich aus dem Bruchmoment geteilt durch den Sicherheitsbeiwert $\gamma = 1,75$.
6. Platten, bei denen das Gebrauchsmoment im unverstärkten Zustand weniger als das 1,3fache des Moments infolge Eigengewicht beträgt, werden nicht in die Tabellen aufgenommen.
7. Die Berechnungen werden jeweils mit einem konstanten Verhältnis $c/h_s = 0,10$ oder $0,15$ durchgeführt. Daraus ergeben sich mit steigender Plattendicke d auch steigende Betondeckungen c . Für die statische Höhe der Stabstahlbewehrung gilt:
$$h_s = \frac{d}{1+c/h_s} \quad (2)$$
8. Die Streckgrenze des Laschenstahls beträgt stets 240 N/mm^2 (St 37).
9. Die statische Höhe h_L der Laschen wird näherungsweise der Plattendicke d gleichgesetzt:
$$h_L = d.$$
10. Es wird angenommen, daß während des Laschenklebens die Platte nur mit ihrem 1,1fachen Eigengewicht (Gleichung 1) belastet ist.

2.2.3 Schrittweise Ermittlung des Laschenquerschnitts

1. Schritt: Mit PBMQ das Bruchmoment "BRUMOM" der unverstärkten Platte berechnen.
2. Schritt: Mit PBMQ den erforderlichen Laschenquerschnitt A_L zur Aufnahme des η_M -fachen Bruchmomentes BRUMOM ermitteln.
3. Schritt: Mit PBMQ für die mit A_L verstärkte Platte die Stahldehnungen $\epsilon_s (M_g)$ und Laschendehnungen $\epsilon_L (M_g)$ unter dem Moment infolge Eigengewicht M_g berechnen.
4. Schritt: Für den lastfreien Zustand die Laschen mit einer negativen Vordehnung $\epsilon_{LV}(0) = -\epsilon_L(M_g)$ und die Bewehrung mit einer positiven Vordehnung

$$\epsilon_{sV} = \frac{d \cdot z_L A_L}{h_s z_s A_s} \cdot \epsilon_s(M_g) \quad (3)$$

versehen. Dadurch werden die Dehnungsverhältnisse erzeugt, die durch das Ankleben der Laschen unter Eigengewicht entstehen.

5. Schritt: Kontrollieren mit PBMQ, ob unter dem η -fachen Bruchmoment die Betongrenzdruckdehnung von -3,5 mm/m überschritten wird.

Wenn ja, dann Ausgabe: "Platte versagt durch Betondruckbruch".

Wenn nein, dann: Schritt 6.

6. Schritt: Kontrollieren mit PBMQ, ob unter dem 1,75fachen Gebrauchsmoment (der verstärkten Platte) die maximale Laschendehnung von 2,0 mm/m oder die Stahldehnung von 5,0 mm/m überschritten wird.

Wenn ja: A_L um 5% erhöhen und weiter mit Schritt 3.

Wenn nein: Schritt 7.

7. Schritt: Laschenquerschnitt A_L speichern oder ausgeben.

2.3 Schub- und Verbundspannungsnachweis

2.3.1 Erforderliche Nachweise

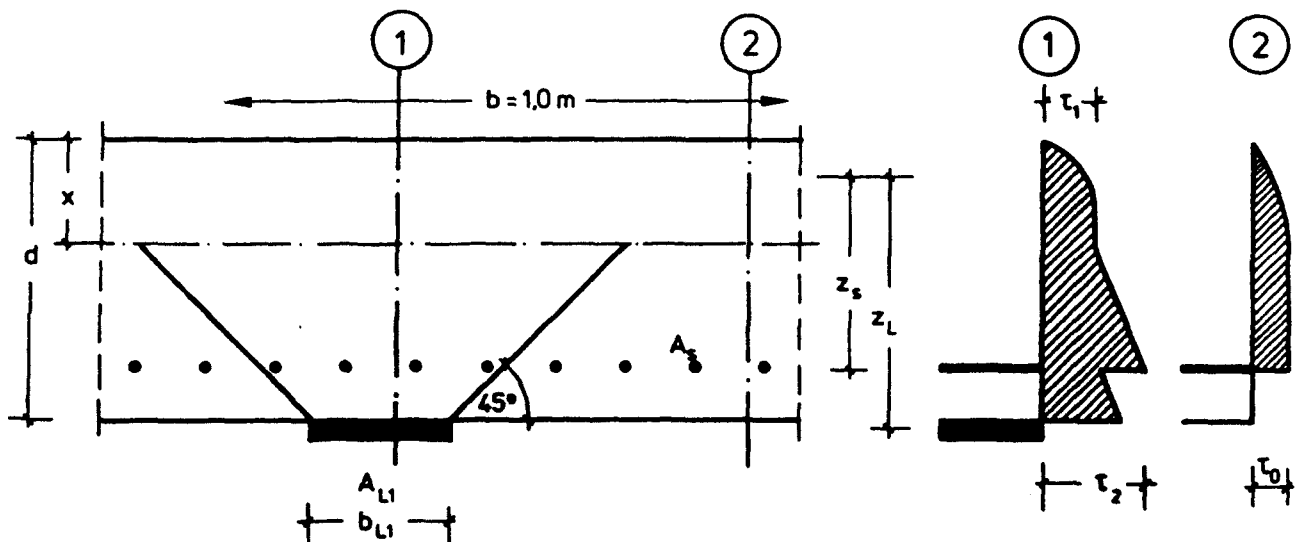
2.3.1.1 Rechenwerte der Schubspannung im Gebrauchszustand
Nach der Zulassung /6/ sind bei laschenverstärkten Platten die Schubspannungen τ_1 in Höhe der Nulllinie und τ_2 zwischen den Laschen und der Bewehrung nachzuweisen. Dabei gelten folgende Annahmen:

- Die Stabstahlbewehrung ist ungestoßen und nicht abgestuft.
- Die gesamte Querkraft Q , bezogen auf 1 m Plattenbreite, verteilt sich auf die Bewehrung und die Laschen im Verhältnis von deren Querschnittsflächen:

$$Q_s = \frac{A_s}{A_s + A_L} Q \quad (4)$$

$$Q_L = \frac{A_L}{A_s + A_L} Q \quad (5)$$

- Für die Schubspannungen, die von den Laschen in den Beton eingebracht werden, darf von den Laschenrändern eine Ausbreitung unter 45° bis zur Nulllinie unterstellt werden.



Die Schubspannungen werden nach folgenden Formeln /6/ berechnet:

$$\tau_1 = \frac{Q_L}{(b_{L1} + 2(d-x)) z_L} + \frac{Q_s}{b \cdot z_s} \quad (6)$$

$$\tau_2 = \frac{Q_L}{b_L z_L} + \frac{Q_s}{b \cdot z_s} \quad (7)$$

mit b_{L1} der Breite einer Lasche und b_L der Breite aller Laschen je m.

Die zulässigen Spannungen nach /6/ zeigt Tabelle 1.

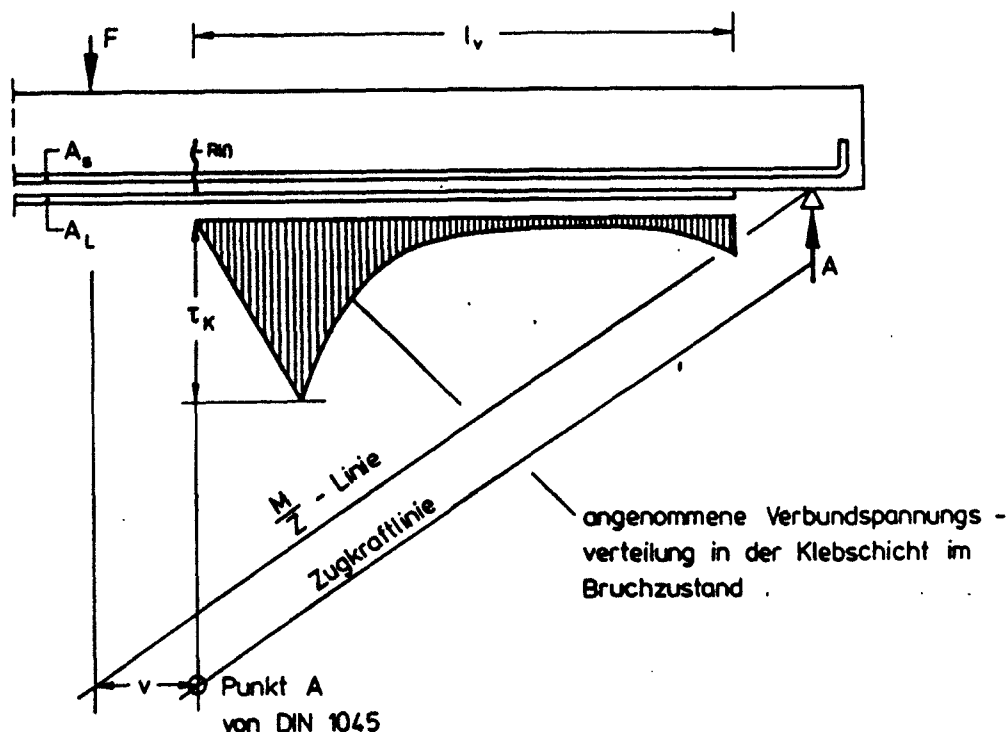
Betongüte	B 15	B 25	B 35	B 45
τ_1 N/mm ²	0,34	0,51	0,60	0,80
τ_2 N/mm ²	0,60	0,91	1,20	1,37
τ_K N/mm ²	5,0	8,0	11,0	12,0
β_{HZ} N/mm ²	1,5	2,2	2,8	3,1
k N/mm ²	30			

T a b e l l e 1 : Zulässige Schubspannungen unter Gebrauchs-
last u. Rechenwerte für den Verbundnachweis
nach /6/

2.3.1.2 Erforderliche Verankerungslänge der Lasche

Die erforderliche Verankerungslänge der Laschen wird nach der Zulassung /6/ mit dem vereinfachten Ansatz nach Ransisch /3/ berechnet. Die Vereinfachung besteht im wesentlichen in der Vernachlässigung der Beton- und Klebschichtverformungen im Bereich der Verankerung. Der Nachweis wird für die Laschenzugkraft Z_{Lu} ($Z_{Lu} \leq A_L \beta_{LS}$) im rechnerischen Bruchzustand geführt. Die Verankerungslänge l_v beginnt am Punkt A nach DIN 1045, Bild 22:

$$\text{erf } l_v = \frac{Z_{Lu}^2}{b_L^2 \tau_L k \tau_K} \quad (8)$$



Will man die zulässige Schubspannung τ_2 und den Rechenwert für die Klebverbundspannung τ_K ausnutzen, sind die Gleichungen (7) und (8) nach der Gesamtlaschenbreite b_L pro m Plattenbreite aufzulösen und dann mit beiden b_L zu berechnen. Die größere Laschenbreite ist maßgeblich. Die Breiten b_{L1} der einzelnen Laschen können aus Gleichung (6) gewonnen werden.

Durch diese Vorgehensweise tritt an die Stelle von Spannungsnachweisen eine Optimierung der Laschengeometrie mit Ausnutzung der zulässigen Spannungen.

2.3.2 Optimierung der Laschengeometrie

1. Schritt: Mit Gleichung (7) einen ersten Wert für die Gesamtlaschenbreite b_L berechnen.
2. Schritt: Diesen Wert von b_L in Gleichung (8) einsetzen und prüfen, ob

$$\text{erf } \ell_V < \text{vorh } \ell_V \approx \frac{\ell}{2} - d \quad (9).$$

Ist die Bedingung (9) erfüllt, bedeutet das, daß die Schubspannung τ_2 (zwischen der Bewehrung und der Lasche) für die Laschenbreite maßgeblich ist. Weiter mit Schritt 3.

Ist die Bedingung (9) nicht erfüllt, bedeutet das, daß der Verankerungsnachweis für die Laschenbreite maßgeblich wird. Dann weiter mit Schritt 4.

3. Schritt: Gesamtlaschenbreite mit # kennzeichnen (# heißt: τ_2 ist maßgeblich) und speichern oder ausdrucken. Weiter mit Schritt 6.
4. Schritt: Gleichung (8) nach b_L auflösen und $\text{erf } \ell_V = \frac{\ell}{2} - d$ setzen. So wird ein zweiter Wert für b_L berechnet, der größer ist als nach Gleichung (7).
5. Schritt: Gesamtlaschenbreite (zweiter Wert für b_L) speichern oder ausdrucken.
6. Schritt: Gleichung (6) nach b_{L1} (Breite einer Lasche) auflösen und b_{L1} berechnen.
7. Schritt: Aus b_{L1} und b_L den Achsabstand ausrechnen, als Vielfaches der Plattendicke d ausdrücken und speichern oder ausgeben.

3. Ausgabe der Ergebnisse

3.1 Tabellen

Die Ergebnisse werden für die häufigsten Kombinationen in 24 Tabellen ausgegeben. Die Tabellen sind aufgestellt für Stützweiten von 3,00 bis 6,00 m und Plattendicken von 0,10 bis 0,24 m. Der Verstärkungsgrad beträgt 1,75.

Die Tabellen enthalten folgende Variationen:

1. Betonfestigkeitsklassen: B 25 und B 35
2. Stahlgüte der Bewehrung: BSt III und IV
3. Bewehrungsgrad : $\mu_s = 0,20; 0,40$ und $0,60\%$
4. Betondeckung : $c/h_s = 0,10$ und $0,15$.

Tabelliert sind:

1. Zahl: Laschenquerschnitt A_L in cm^2/m
2. Zahl: Laschenachsabstand als Vielfaches der Plattendicke
3. Zahl: Gesamtlaschenbreite b_L in cm/m

3.2 Diagramme

Der Einfluß der stofflichen und geometrischen Parameter auf den erforderlichen Laschenquerschnitt wird in sieben Diagrammen dargestellt. Die Diagramme sollen einerseits das unterschiedliche Gewicht der einzelnen Parameter veranschaulichen und andererseits für die nicht tabellierten Bemessungsaufgaben Interpolationshilfen geben.

Von vergleichsweise geringem Einfluß sind:

- die Betondruckfestigkeit β_{ws} (Bild 1)
- das Verhältnis c/h_s (Bild 2)
- das Moment (Eigengewichtsmoment) während des Laschenklebens. (Bild 3)

Von großem Einfluß sind:

- die Streckgrenze des Bewehrungsstahls (Bild 4)

- der Bewehrungsgrad μ_s (Bild 5)
- die Plattendicke d (Bild 6)
- der Verstärkungsgrad. (Bild 7)

Die Einflüsse von

- Bewehrungsgrad μ_s (Bild 5)
- Plattendicke (Bild 6)
- Verhältnis c/h_s (Bild 2)

sind angenähert linear. Bei den anderen Parametern nimmt die Nichtlinearität mit wachsendem Bewehrungsgrad μ_s zu.

4. Folgerungen

4.1 Vergleich der Ergebnisse mit Versuchsdaten

Versuche sind bisher nur mit Platten von 3,10 und 3,60 m Stützweite durchgeführt worden /8/ und /9/. Diese Platten waren überwiegend mit größeren Laschenquerschnitten verstärkt worden als nach der dazu passenden Tabelle 10 für den Verstärkungsgrad 1,75 angegeben wird. Der höhere Verstärkungsgrad der Versuchsplatten hatte nicht im gleichen Maße zu einer Erhöhung der Tragfähigkeit geführt. Die Messungen hatten gezeigt, daß die Streckgrenze der Laschen nicht ausgenutzt werden konnte, weil die Platten vorher durch Schub- oder Klebverbundbruch versagten. Insgesamt scheinen die Laschenquerschnitte der Tabellen für den angestrebten Verstärkungsgrad ausreichend zu sein.

Die Gesamtlaschenbreite gibt die Rechnung in gleicher Größenordnung an wie im Versuch gewählt wurde. Allerdings führt der Schubspannungsnachweis in Höhe der Nulllinie zu zwei Laschen je m, während bei den Versuchen vier bis fünf Laschen je m angeordnet wurden. Der Theorie nach müßten beide Ausführungen gleichwertig sein (siehe /3/). Aus verarbeitungstechnischen Gründen sollte die Laschenbreite jedoch nicht 20 cm überschreiten.

4.2 Nachweis der Endverankerung

Bei den Tabellen 1 bis 24 fällt auf, daß alle Gesamtlaschenbreiten mit dem Zeichen # versehen sind. Das bedeutet, daß für deren Berechnung die zulässige Schubspannung τ_2 zwischen der Lasche und der Bewehrung und nicht die vorhandene Verankerungslänge zwischen dem Punkt A (DIN 1045, Bild 22) und der Auflagerkante maßgeblich war. Dieses Ergebnis gibt Anlaß für eine kritische Bewertung, weil zu erwarten ist, daß mit zuneh-

mender Stützweite der Verankerungsnachweis maßgeblich wird. Denn mit zunehmender Stützweite nimmt bei gleichbleibendem Bruchmoment die für den Schubnachweis maßgebende Querkraft ab.

Die in der Zulassung /6/ festgeschriebenen Werte für die Schubspannung τ_2 für den Nachweis unter 1,75facher Gebrauchslast sind dem CEB-FIP-Model-Code /10/ entnommen worden. Sie entsprechen dem 5%-Fraktile-Wert der zentrischen Zugfestigkeit.

Der Wert für den Beiwert k in Gleichung (8) von 30 N/mm^2 zum Nachweis der Verbundspannungen in der Klebschicht wurde ebenfalls als 5%-Fraktile-Wert aus Versuchen abgeleitet, bei denen Verbundversagen auftrat.

Die Tatsache, daß in den Tabellen 1 bis 24 stets der Schubspannungsnachweis für den Beton zwischen dem Stahl und der Lasche nach Gleichung (7) für die Gesamtlaschenbreite b_L maßgeblich war, deutet darauf hin, daß dieser Nachweis eine größere Sicherheit beinhaltet als der Nachweis des Klebverbundes. Da aber beide Brucharten ähnlich spröde eintreten, sollten auch beide Nachweise gleich streng sein. Besonders für den Nachweis der Verbundspannungen im Verankerungsbereich der Laschen empfiehlt sich ein konservatives Vorgehen.

Deshalb wurde ein zweiter Rechengang durchgeführt, bei dem der Beiwert k von Gleichung (8) schrittweise solange reduziert wurde, bis bei einem Teil der Tabellen auf der rechten Hälfte, d.h. für Stützweiten über 4,00 m, der Verankerungsnachweis an Stelle des Schubspannungsnachweises nach Gleichung (7) für die Gesamtlaschenbreite b_L maßgeblich wurde.

Es zeigte sich, daß erst bei einer Reduzierung des Beiwertes k auf $50\% = 15 \text{ N/mm}^2$ diese Forderung für den hohen Bewehrungsgrad von $\mu_s = 0,60\%$, der natürlich auch mit großen Laschenquerschnitten verbunden ist, erfüllt wurde. Dies veranschaulichen die Tabellen 6a, 12a, 18a und 24a, die ansonsten den Tabellen 6, 12, 18 und 24 mit $k = 30 \text{ N/mm}^2$ entsprechen.

Ein Vergleich dieser Tabellen zeigt, daß mit $k = 15 \text{ N/mm}^2$ mit zunehmender Stützweite die Gesamtlaschenbreite b_L etwas langsamer abnimmt als mit $k = 30 \text{ N/mm}^2$.

Bei Bewehrungsgraden $\mu_s < 0,6\%$ wird der Verankerungsnachweis nach Gleichung (8) auch für $k = 15 \text{ N/mm}^2$ nur für Verstärkungsgrade $\eta_M > 1,75$ für die Gesamtlaschenbreite maßgeblich.

Da in der Praxis die meisten Verstärkungsaufgaben heute mit einem Verstärkungsgrad von rund 1,75 zu lösen sind, empfiehlt es sich, in den Zulassungen grundsätzlich den Beiwert auf $k = 15 \text{ N/mm}^2$ zu reduzieren.

Für Balken ist nach der Zulassung bisher nur der Verbundnachweis nach Gleichung (8) zu führen. Da der Schubnachweis nach Gleichung (7) bei kleinen Stützweiten größere Laschenbreiten erfordert als der Verbundnachweis, sollte auch für Balken der Schubnachweis nach Gleichung (7) vorgeschrieben werden.

5. Zusammenfassung

Für durch Gleichlast vorwiegend ruhend beanspruchte Stahlbetonplatten aus Beton B 25 und B 35 mit Bewehrungsgraden von 0,20 bis 0,60% (Betonstahl III und IV) wurden Bemessungstabellen für eine 1,75fache Verstärkung durch angeklebte Stahllaschen aus St 37 aufgestellt. Die Tabellen enthalten den erforderlichen Laschenquerschnitt, den maximalen Laschenabstand und die Gesamtlaschenbreite jeweils für eine Plattenbreite von 1 m.

Die Zusammenhänge zwischen dem Laschenquerschnitt und den stofflichen und geometrischen Eingangsgrößen sind in Diagrammen dargestellt. Mit deren Hilfe können nicht tabellierte Bemessungsaufgaben gelöst werden.

Bei der computergestützten Aufstellung der Tabellen wurde deutlich, daß dem Verankerungsnachweis nach der Zulassung für angeklebte Laschenverstärkung eine geringere Sicherheit zugrunde lag als den Schubnachweisen. Da der Bruch in beiden Fällen ähnlich spröde erfolgt, wurde vorgeschlagen, den Verankerungsnachweis künftig strenger führen zu lassen.

-
- /11/ ROSTASY, FERDINAND S. ; Ranisch, Ernst-H. ; ALDA, WILLI
NACHTRAEGISCHE VERSTAERKUNG VON SPANNBETONBRUECKEN IM
KOPPELFUGENBEREICH DURCH ANGEKLEBTE STAHLASCHEN
IN: FORSCHUNG - STRASSENBAU UND STRASSENVERKEHRSTECHNIK
HEFT 326, BONN : BMV 1982
- /12/ ROSTASY, FERDINAND S. ; Ranisch, Ernst-H.
EINSEITIGE VERSTAERKUNG GERISSENER KOPPELFUGENBEREICHE
DURCH ANGEKLEBTE STAHLASCHEN.
IN: FORSCHUNG - STRASSENBAU UND STRASSENVERKEHRSTECHNIK,
HEFT 378, BONN : BMV 1983.
- /13/ Ranisch, Ernst-H.
ZUR TRAGFAEHIGKEIT VON VERKLEBUNGEN ZWISCHEN BETONSTAHL UND
BETON - GEKLEBTE BEWEHRUNG -
(DISS. TU - BRAUNSCHWEIG 1982)
- /14/ ROSTASY, FERDINAND S. ; Ranisch, Ernst-H.
KOPPELFUGENSANIERUNG MIT ANGEKLEBTEN STAHLASCHEN.
IN: BAUINGENIEUR 61 (1986) S. 305-311.
- /15/ SASSE, H.R.
ADHESION BETWEEN POLYMERS AND CONCRETE
PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL SYMPOSIUM ORGANIZED BY
RILEM Technical Committee 52,
AIX-EN-PROVENCE (FRANCE) SEP.86
- /16/ INSTITUT FÜR BAUTECHNIK
Schubfeste Klebeverbindungen zwischen Stahlplatten und
Stahlbetonbauteilen.
Zulassungsbescheid Nr. Z 26.1
- /17/ GRASSER, E.
Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion.
In: Betonkalender 1983, S.395-562.
- /18/ ROSTASY, FERDINAND S. ; Ranisch, Ernst-H.
NACHTRAEGISCHE VERSTAERKUNG VON STAHLBETONPLATTEN
DURCH ANKLEBEN VON BEWEHRUNG
TU-BRAUNSCHWEIG, INST.F.BAUSTOFFE, MASSIVBAU U.BRANDSCHUTZ /
LAND NIEDERSACHSEN - BRAUNSCHWEIG : FORSCHUNGSBERICHT 1983
- /19/ ROSTASY, FERDINAND S. ; Ranisch, Ernst-H.
VERSTAERKUNG VON STAHLBETONPLATTEN DURCH ANGEKLEBTE LASCHEN
AUS GLASFASERVERSTAERKTEM KUNSTSTOFF.
FORSCHUNGSBERICHT INST.F.BAUSTOFFE, MASSIVBAU U. BRANDSCHUTZ
TU BRAUNSCHWEIG JULI 1986.

-
- /10/ CEB ; FIP
CEB / FIP - Mustervorschrift für Tragwerke
aus Stahlbeton und Spannbeton.
CEB/FIP 3.AUSG. 1978
- /11/ QUAST, ULRICH ; GRZESCHKOWITZ, REINHARD
PROGRAMMGESTEUERTES BERECHNEN IM MASSIVBAU.
SCHRIFTENREIHE DES DAFSTB (1986 IN VORBEREITUNG)

Beton B25

RSt420

 $A_s/A_b = 0.20\%$ $c/h_s = 0.10$

I Platten- I Dicke I in m	I	Stützlänge in m						I
		3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	
I 0.10	I	2.63						I
	I	>5	+	+	+	+	+	I
	I	7.36 #						I
I 0.12	I	3.16						I
	I	>5	*	*	+	+	+	I
	I	8.94 #						I
I 0.14	I	3.69	3.67					I
	I	>5	>5	*	*	+	+	I
	I	10.54 #	8.91 #					I
I 0.16	I	4.22	4.20					I
	I	>5	>5	*	*	*	*	I
	I	12.19 #	10.22 #					I
I 0.18	I	4.77	4.76	4.74				I
	I	>5	>5	>5	*	*	*	I
	I	13.96 #	11.75 #	10.13 #				I
I 0.20	I	5.30	5.29	5.27				I
	I	>5	>5	>5	*	*	*	I
	I	15.69 #	13.19 #	11.37 #				I
I 0.24	I	6.36	6.35	6.33	6.31			I
	I	>5	>5	>5	>5	*	*	I
	I	19.27 #	16.15 #	13.88 #	12.17 #			I

1. Zahl : Gesamtlaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtlaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 1

Beton B25

BSt420

As/Ab = 0.20%

c/hs = 0.15

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	*	+	+	+	+	+	+
0.12	3.01 >5 8.58 #	*	*	+	+	+	+
0.14	3.54 >5 10.19 #	3.53 >5 8.61 #	*	*	+	+	+
0.16	4.05 >5 11.77 #	4.03 >5 9.94 #	*	*	*	*	+
0.18	4.57 >5 13.46 #	4.56 >5 11.33 #	4.54 >5 9.78 #	*	*	*	*
0.20	5.07 >5 15.11 #	5.05 >5 12.69 #	5.04 >5 10.95 #	*	*	*	*
0.24	6.10 >5 18.61 #	6.08 >5 15.58 #	6.06 >5 13.39 #	6.05 >5 11.74 #	*	*	*

1. Zahl : Gesamtlaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtlaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 2

Beton B25

BSt420

 $\lambda_s/\lambda_b = 0.40\%$ $c/h_s = 3.10$

I Platten- I Dicke I in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
I 0.10	5.53 >5 16.25 #	+	+	+	+	+	+
I 0.12	6.64 >5 19.97 #	6.62 >5 16.73 #	6.59 >5 14.37 #	+	+	+	+
I 0.14	7.77 5 23.95 #	7.72 >5 19.92 #	7.70 >5 17.09 #	7.68 >5 14.94 #	+	+	+
I 0.16	8.98 4 28.32 #	8.83 5 23.27 #	8.80 >5 19.88 #	8.78 >5 17.36 #	8.75 >5 15.38 #	+	+
I 0.18	10.15 3 32.81 #	9.99 4 26.87 #	9.97 5 22.91 #	9.95 >5 19.97 #	9.92 >5 17.67 #	9.89 >5 15.83 #	+
I 0.20	11.50 2 38.02 #	11.16 3 30.65 #	11.08 4 25.93 #	11.05 5 22.53 #	11.02 >5 19.91 #	10.99 >5 17.82 #	+
I 0.24	13.85 1 48.33 #	13.49 2 38.69 #	13.30 3 32.35 #	13.24 4 27.92 #	13.22 4 24.60 #	13.21 5 21.98 #	15.18 >5 19.85 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 3

Beton B25

BSt420

As/Ab = 0.40%

c/hs = 0.15

I Platten- I Dicke I in m	Stützlänge in m							I
	I 3.00	I 3.50	I 4.00	I 4.50	I 5.00	I 5.50	I 6.00	
I 0.10	I 5.29 I >5 I 15.66 #	I +	I +	I +	I +	I +	I +	I
I 0.12	I 6.33 I >5 I 19.20 #	I 6.32 I >5 I 16.09 #	I 6.30 I >5 I 13.82 #	I +	I +	I +	I +	I
I 0.14	I 7.49 I 5 I 23.22 #	I 7.42 I >5 I 19.26 #	I 7.40 I >5 I 16.52 #	I 7.37 I >5 I 14.44 #	I +	I +	I +	I
I 0.16	I 8.84 I 4 I 27.96 #	I 8.51 I 5 I 22.56 #	I 8.44 I >5 I 19.18 #	I 8.41 I >5 I 15.73 #	I 8.38 I >5 I 14.82 #	I *	I +	I
I 0.18	I 10.09 I 3 I 32.65 #	I 9.67 I 4 I 26.15 #	I 9.55 I 5 I 22.10 #	I 9.52 I >5 I 17.24 #	I 9.49 I >5 I 17.02 #	I 9.46 I >5 I 15.25 #	I *	I
I 0.20	I 11.37 I 2 I 37.68 #	I 10.97 I 3 I 30.20 #	I 10.62 I 4 I 25.03 #	I 10.56 I 5 I 21.70 #	I 10.53 I >5 I 19.17 #	I 10.50 I >5 I 17.15 #	I *	I
I 0.24	I 13.93 I 1 I 48.57 #	I 13.26 I 2 I 38.14 #	I 12.80 I 3 I 31.32 #	I 12.70 I 4 I 26.27 #	I 12.68 I 5 I 23.76 #	I 12.64 I 5 I 21.20 #	I 12.59 I >5 I 19.10 #	I

1. Zahl : Gesamtflaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtflaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+ = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 4

Beton B25

BSt420

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	8.78 3 27.15 #	+	+	+	+	+	+
0.12	10.74 2 34.38 #	10.44 3 27.86 #	10.32 4 25.58 #	+	+	+	+
0.14	12.61 2 41.93 #	12.24 2 33.74 #	12.04 5 23.29 #	12.01 4 24.55 #	+	+	+
0.16	14.55 1 50.32 #	14.03 2 39.97 #	13.85 2 33.44 #	13.73 5 28.78 #	13.70 4 25.34 #	13.66 4 22.62 #	+
0.18	16.66 1 59.91 #	16.21 1 47.57 #	15.83 2 39.27 #	15.54 2 35.37 #	15.47 5 29.25 #	15.47 4 26.10 #	15.42 4 25.51 #
0.20	18.78 1 70.38 #	18.21 1 55.27 #	17.82 1 45.45 #	17.44 2 38.38 #	17.22 2 35.30 #	17.19 5 29.63 #	17.18 3 26.66 #
0.24	22.69 1 93.30 #	22.07 1 72.10 #	21.37 1 58.05 #	20.99 1 48.74 #	20.80 2 42.14 #	20.62 2 37.05 #	20.61 2 33.25 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*+ = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

*+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 5

Beton B25

BSt420

 $\lambda_s/\lambda_b = 0.60\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m		Stützweite in m						
		3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	8.52 3 26.48 #	+	+	+	+	+	+	+
0.12	10.45 2 33.62 #	10.08 3 27.07 #	9.35 4 22.68 #	+	+	+	+	+
0.14	12.62 2 41.97 #	11.99 2 33.15 #	11.63 3 27.48 #	11.52 4 23.71 #	+	+	+	+
0.16	14.66 1 50.63 #	13.99 2 39.86 #	13.27 3 32.29 #	13.13 3 27.72 #	13.11 4 24.43 #	13.03 5 21.80 #	+	+
0.18	16.71 1 60.05 #	16.02 1 47.12 #	15.49 2 39.57 #	15.08 2 32.56 #	14.54 3 28.25 #	14.75 4 25.15 #	14.77 4 22.68 #	+
0.20	18.72 1 70.19 #	18.19 1 55.23 #	17.42 1 44.61 #	16.97 2 37.52 #	16.58 2 32.27 #	16.45 3 28.51 #	16.35 4 25.59 #	+
0.24	22.98 1 94.22 #	22.20 1 72.44 #	21.54 1 58.43 #	20.55 1 47.91 #	19.90 2 40.63 #	19.77 2 35.79 #	19.72 3 32.03 #	+

1. Zahl : Gesamtstabsquerschnitt in cm²

2. Zahl : Stabsabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstabsbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*+ = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 1/./.

** = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 6

Beton B25

BSt500

As/Ab = 0.20%

c/hs = 0.10

I Platten- I Dicke I in m	I	Stützlänge in m						I
		I 3.00	I 3.50	I 4.00	I 4.50	I 5.00	I 5.50	I 6.00
I 0.10	I	I 3.17						I
	I	I >5	+	+	+	+	+	I
	I	I 9.53 #						I
I 0.12	I	I 3.79	I 3.78					I
	I	I >5	I >5	*	+	+	+	I
	I	I 11.56 #	I 9.79 #					I
I 0.14	I	I 4.44	I 4.42					I
	I	I >5	I >5	*	*	+	+	I
	I	I 13.68 #	I 11.55 #					I
I 0.16	I	I 5.21	I 5.05	I 5.03				I
	I	I >5	I >5	I >5	*	*	*	I
	I	I 16.18 #	I 13.33 #	I 11.50 #				I
I 0.18	I	I 6.03	I 5.76	I 5.70				I
	I	I >5	I >5	I >5	*	*	*	I
	I	I 18.85 #	I 15.33 #	I 13.15 #				I
I 0.20	I	I 6.78	I 6.50	I 6.34	I 6.32			I
	I	I >5	I >5	I >5	I >5	*	*	I
	I	I 21.41 #	I 17.44 #	I 14.75 #	I 12.94 #			I
I 0.24	I	I 8.47	I 7.87	I 7.61	I 7.59	I 7.56		I
	I	I 5	I >5	I >5	I >5	I >5	*	I
	I	I 27.21 #	I 21.52 #	I 18.04 #	I 15.80 #	I 14.04 #		I

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind Oberschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 7

Beton B25

BSt500

 $A_s/A_b = 0.20\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	3.02 >5 9.17 #	+	+	+	+	+	+
0.12	3.63 >5 11.15 #	3.61 >5 9.43 #	*	+	+	+	+
0.14	4.26 >5 13.25 #	4.25 >5 11.18 #	*	*	+	+	+
0.16	5.05 >5 15.77 #	4.85 >5 12.91 #	4.33 >5 11.14 #	*	*	*	+
0.18	5.84 >5 18.37 #	5.54 >5 14.85 #	5.45 >5 12.58 #	*	*	*	*
0.20	6.64 >5 21.06 #	6.25 >5 16.90 #	6.07 >5 14.24 #	6.04 >5 12.48 #	*	*	*
0.24	8.29 5 26.77 #	7.72 >5 21.20 #	7.30 >5 17.45 #	7.27 >5 15.27 #	7.25 >5 13.57 #	*	*

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1,3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 8

Beton B25

Bst500

As/Ab = 0.40%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	7.11 5 22.24 #	+	+	+	+	+	+
0.12	8.91 4 28.33 #	8.25 5 22.34 #	7.97 5 18.72 #	+	+	+	+
0.14	10.64 3 34.55 #	9.99 4 27.44 #	9.39 5 22.44 #	9.28 5 19.47 #	+	+	+
0.16	12.43 2 41.23 #	11.84 3 33.00 #	11.13 4 26.90 #	10.66 5 22.72 #	10.59 5 20.06 #	10.55 5 17.99 #	+
0.18	14.14 2 48.08 #	13.59 2 39.60 #	12.83 3 31.47 #	12.07 4 26.13 #	11.99 5 23.04 #	11.95 5 20.64 #	11.93 5 18.68 #
0.20	15.97 1 55.61 #	15.35 2 44.43 #	14.64 3 36.41 #	13.77 3 30.16 #	13.33 4 26.00 #	13.33 5 23.31 #	13.25 5 21.03 #
0.24	19.53 1 71.69 #	18.80 1 56.80 #	18.13 2 46.62 #	17.30 2 38.88 #	16.43 3 32.90 #	15.98 4 28.75 #	15.91 4 25.90 #

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 9

Beton B25

BSt500

As/Ab = 0.40%

c/h_s = 0.15

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	7.00 5 21.96 #	+	+	+	+	+	+
0.12	8.72 4 27.86 #	8.08 5 21.97 #	7.60 5 18.02 #	+	+	+	+
0.14	10.52 3 34.23 #	9.83 4 27.09 #	9.08 5 21.84 #	8.91 5 15.84 #	+	+	+
0.16	12.27 2 40.81 #	11.61 3 32.51 #	10.88 4 26.42 #	10.31 5 22.12 #	10.14 5 19.38 #	10.10 5 17.37 #	+
0.18	14.02 2 47.75 #	13.37 2 38.10 #	12.68 3 31.16 #	11.83 4 25.72 #	11.47 5 22.23 #	11.43 5 19.91 #	11.40 5 18.02 #
0.20	15.78 1 55.08 #	15.12 2 43.93 #	14.39 3 35.91 #	13.53 3 29.75 #	12.74 4 25.09 #	12.68 5 22.41 #	12.67 5 20.28 #
0.24	19.26 1 70.92 #	18.53 1 56.18 #	17.89 2 46.15 #	17.04 2 38.43 #	16.11 3 32.39 #	15.27 4 27.75 #	15.25 4 25.05 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 10

Beton 225

BSt500

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	12.06 2 39.21 #	+	+	+	+	+	+
0.12	14.87 1 49.99 #	14.33 2 40.23 #	15.59 3 32.93 #	+	+	+	+
0.14	17.68 1 61.67 #	17.06 1 49.34 #	16.33 2 40.48 #	15.50 2 35.75 #	+	+	+
0.16	20.37 1 74.02 #	19.81 1 59.29 #	19.06 1 48.47 #	18.21 2 40.49 #	17.49 2 34.55 #	16.65 3 29.70 #	+
0.18	23.24 1 87.98 #	22.59 1 69.73 #	21.88 1 57.14 #	21.02 1 47.74 #	20.06 2 40.43 #	19.25 2 34.89 #	18.95 3 31.07 #
0.20	25.97 1 102.86 #	25.41 1 81.22 #	24.59 1 66.12 #	23.79 1 55.31 #	22.84 1 46.91 #	21.94 2 40.42 #	21.31 2 35.64 #
0.24	31.63 1 137.87 #	30.81 1 106.35 #	30.19 1 86.28 #	29.25 1 71.60 #	28.53 1 61.06 #	27.59 1 52.31 #	26.55 1 45.50 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind überschlenk nach DIN 1045, Abs. 17.7.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 11

Beton B25

RSt500

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.15

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	11.92 2 38.85 #	+	+	+	+	+	+
0.12	14.70 1 49.54 #	14.05 2 39.62 #	13.22 3 32.20 #	+	+	+	+
0.14	17.48 1 61.15 #	16.76 1 48.67 #	16.03 2 39.90 #	15.14 2 33.14 #	+	+	+
0.16	20.23 <1 73.62 #	19.48 1 58.38 #	18.92 1 48.00 #	17.92 2 39.97 #	17.01 2 33.80 #	16.16 3 29.02 #	+
0.18	23.02 <1 87.36 #	22.27 1 68.98 #	21.62 1 56.61 #	20.69 1 47.16 #	19.75 2 39.94 #	18.73 2 34.15 #	18.10 3 29.98 #
0.20	25.65 <1 101.92 #	25.13 <1 80.52 #	24.27 1 65.45 #	23.46 1 54.71 #	22.52 1 46.40 #	21.47 2 39.75 #	20.51 2 34.51 #
0.24	31.20 <1 136.51 #	30.60 <1 105.82 #	29.74 <1 85.33 #	28.96 1 71.06 #	28.06 1 60.28 #	26.88 1 51.55 #	25.82 1 44.78 #

1. Zahl : Gesamtmaschinenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Maschinenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtmaschinenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

'++' = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

'*' = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 12

Beton 935

BSt420

As/Ab = 0.20%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	2.60 >5 5.48 #	+	+	+	+	+	+
0.12	3.12 >5 6.63 #	*	*	+	+	+	+
0.14	3.64 >5 7.80 #	3.63 >5 6.61 #	*	*	+	+	+
0.16	4.16 >5 8.99 #	4.15 >5 7.61 #	*	*	*	*	+
0.18	4.71 >5 10.26 #	4.70 >5 8.67 #	4.69 >5 7.51 #	*	*	*	*
0.20	5.23 >5 11.49 #	5.22 >5 9.71 #	5.21 >5 8.40 #	*	*	*	*
0.24	6.28 >5 14.04 #	6.27 >5 11.83 #	6.25 >5 10.21 #	6.24 >5 8.98 #	*	*	*

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 13

Beton B35

BSt420

 $A_s/A_b = 0.20\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	*	+	+	+	+	+	+
0.12	2.98 >5 6.37 #	*	*	+	+	+	+
0.14	3.50 >5 7.54 #	3.48 >5 6.38 #	*	*	+	+	+
0.16	3.99 >5 8.67 #	3.98 >5 7.34 #	*	*	*	*	+
0.18	4.51 >5 9.89 #	4.50 >5 8.36 #	4.49 >5 7.24 #	*	*	*	*
0.20	5.00 >5 11.06 #	4.99 >5 9.35 #	4.98 >5 8.08 #	*	*	*	*
0.24	6.04 >5 13.58 #	6.01 >5 11.41 #	5.99 >5 9.86 #	5.97 >5 8.66 #	*	*	*

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 11.1.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 14

Beton S35

RSt420

 $A_s/A_b = 0.40\%$ $c/h_s = 0.10$

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	5.43 >5 11.85 #	+	+	+	+	+	+	+
0.12	6.52 >5 14.49 #	6.50 >5 12.20 #	6.48 >5 10.53 #	+	+	+	+	+
0.14	7.60 >5 17.20 #	7.58 >5 14.45 #	7.56 >5 12.45 #	7.53 >5 10.92 #	+	+	+	+
0.16	8.84 4 20.31 #	8.68 >5 16.79 #	8.64 >5 14.42 #	8.62 >5 12.64 #	8.60 >5 11.24 #	+	+	+
0.18	10.10 4 23.60 #	9.88 5 19.39 #	9.78 >5 16.52 #	9.76 >5 14.47 #	9.74 >5 12.86 #	9.71 >5 11.56 #	+	+
0.20	11.29 3 26.85 #	11.06 4 22.02 #	10.89 5 18.65 #	10.84 >5 16.26 #	10.82 >5 14.44 #	10.79 >5 12.97 #	10.76 >5 11.77 #	+
0.24	13.56 2 33.52 #	13.19 3 27.15 #	13.02 4 22.93 #	13.02 5 20.01 #	12.97 5 17.69 #	12.95 >5 15.88 #	12.92 >5 14.38 #	+

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = tau2 ist maßgeblich !

!+! = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

!+! = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 15

Beton B35

BSt420

 $A_s/A_b = 0.40\%$ $c/h_s = 0.15$

I Platten- I Dicke I in m	I	Stützlänge in m						I
		3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	
I 0.10	I	5.19						I
	I	>5	+	+	+	+	+	I
	I	11.42 #						I
I 0.12	I	6.22	6.20	6.18				I
	I	>5	>5	>5	+	+	+	I
	I	13.92 #	11.73 #	10.12 #				I
I 0.14	I	7.30	7.28	7.26	7.24			I
	I	>5	>5	>5	>5	+	+	I
	I	16.62 #	13.96 #	12.03 #	10.56 #			I
I 0.16	I	8.58	8.35	8.28	8.26	8.23		I
	I	5	>5	>5	>5	>5	+	I
	I	19.81 #	16.26 #	13.91 #	12.19 #	10.54 #		I
I 0.18	I	9.86	9.56	9.38	9.35	9.32	9.30	I
	I	4	5	>5	>5	>5	>5	I
	I	23.12 #	19.85 #	15.95 #	13.95 #	12.59 #	11.14 #	I
I 0.20	I	11.01	10.67	10.44	10.36	10.34	10.31	I
	I	3	4	5	>5	>5	>5	I
	I	26.29 #	21.37 #	17.99 #	15.65 #	13.90 #	12.43 #	I
I 0.24	I	13.60	12.96	12.62	12.50	12.49	12.43	I
	I	2	3	4	5	>5	>5	I
	I	33.60 #	26.75 #	22.34 #	19.53 #	17.14 #	15.35 #	I

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

'+' = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

'*' = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

Tabelle 16

Beton 935

BSt420

 $A_s/A_D = 0.60\%$ $c/h_s = 0.10$

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	8.51 4 19.30 #	+	+	+	+	+	+
0.12	10.28 3 23.95 #	10.06 4 19.69 #	10.05 5 16.90 #	+	+	+	+
0.14	12.15 2 29.04 #	11.83 3 23.67 #	11.72 4 20.12 #	11.69 5 17.56 #	+	+	+
0.16	14.05 2 34.52 #	13.75 2 28.11 #	13.49 3 23.63 #	13.36 4 20.45 #	13.34 5 18.11 #	13.31 5 16.24 #	+
0.18	16.11 1 40.65 #	15.77 2 32.94 #	15.47 2 27.58 #	15.16 3 25.60 #	15.10 4 20.82 #	15.10 5 18.67 #	15.03 5 16.87 #
0.20	18.06 1 46.91 #	17.63 1 37.72 #	17.40 2 31.63 #	17.05 3 27.00 #	16.80 5 23.55 #	16.75 4 21.03 #	16.73 4 19.03 #
0.24	21.95 1 60.64 #	21.21 1 47.83 #	20.81 1 39.59 #	20.34 2 33.51 #	20.12 2 29.20 #	20.10 3 26.03 #	20.08 3 23.47 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*+ = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

*+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 17

Beton B35

BSt420

 $A_s/A_b = 0.60\%$ $c/h_s = 0.15$

I Platten- I Dicke I in m	Stützweite in m							I
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	
I 0.10	I 8.30							I
	I 4	+	+	+	+	+	+	I
	I 18.91 #							I
I 0.12	I 10.13	9.76	9.58					I
	I 3	4	5	+	+	+	+	I
	I 23.66 #	19.18 #	16.24 #					I
I 0.14	I 12.09	11.66	11.26	11.23				I
	I 2	3	4	5	+	+	+	I
	I 28.94 #	23.38 #	19.46 #	16.98 #				I
I 0.16	I 14.09	13.50	13.02	12.80	12.78	12.75		I
	I 2	3	3	4	5	>5	+	I
	I 34.60 #	27.68 #	22.93 #	19.73 #	17.47 #	15.66 #		I
I 0.18	I 16.20	15.40	14.95	14.67	14.45	14.44	14.37	I
	I 1	2	3	3	4	5	>5	I
	I 40.82 #	32.29 #	26.91 #	22.96 #	20.06 #	17.98 #	16.24 #	I
I 0.20	I 18.02	17.47	16.84	16.41	16.19	16.04	15.96	I
	I 1	1	2	3	3	4	5	I
	I 46.82 #	37.44 #	30.90 #	26.14 #	22.83 #	20.28 #	18.28 #	I
I 0.24	I 22.04	21.53	20.65	20.04	19.49	19.23	19.24	I
	I <1	1	1	2	2	3	3	I
	I 60.84 #	48.41 #	39.34 #	33.10 #	28.44 #	25.14 #	22.65 #	I

1. Zahl : Gesamtflächenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtflächenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.1.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 18

Beton 935

BSt500

As/Ab = 0.20%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	3.12 >5 7.07 #	+	+	+	+	+	+
0.12	3.75 >5 8.57 #	3.73 >5 7.26 #	*	+	+	+	+
0.14	4.41 >5 10.16 #	4.36 >5 8.55 #	*	*	+	+	+
0.16	5.08 >5 11.80 #	4.98 >5 9.85 #	4.97 >5 8.54 #	*	*	*	+
0.18	5.86 >5 13.67 #	5.64 >5 11.23 #	5.63 >5 9.72 #	*	*	*	*
0.20	6.73 >5 15.75 #	6.39 >5 12.77 #	6.26 >5 10.88 #	6.24 >5 9.57 #	*	*	*
0.24	8.32 >5 19.73 #	7.81 >5 15.81 #	7.53 >5 13.27 #	7.49 >5 11.63 #	7.47 >5 10.57 #	*	*

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

'+' = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

'+' = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 19

Beton B35

BSt500

 $A_s/A_b = 0.20\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	2.98 >5 6.82 #	+	+	+	+	+	+
0.12	3.58 >5 8.27 #	3.56 >5 7.00 #	*	+	+	+	+
0.14	4.25 >5 9.87 #	4.19 >5 8.28 #	*	*	+	+	+
0.16	4.95 >5 11.56 #	4.78 >5 9.53 #	4.76 >5 8.25 #	*	*	*	+
0.18	5.74 >5 13.45 #	5.41 >5 10.85 #	5.39 >5 9.38 #	*	*	*	*
0.20	6.57 >5 15.45 #	6.16 >5 12.41 #	5.98 >5 10.49 #	5.96 >5 9.23 #	*	*	*
0.24	8.20 >5 19.50 #	7.61 >5 15.49 #	7.22 >5 12.83 #	7.18 >5 11.24 #	7.15 >5 10.02 #	*	*

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau₂ ist maßgeblich !

++ = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 11.1.

+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 20

Beton B35

BSt500

As/Ab = 0.40%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	6.98 >5 16.21 #	+	+	+	+	+	+
0.12	8.68 5 20.40 #	8.08 >5 16.25 #	7.81 >5 13.66 #	+	+	+	+
0.14	10.44 4 24.85 #	9.77 5 19.81 #	9.12 >5 16.19 #	9.09 >5 14.18 #	+	+	+
0.16	12.08 3 29.24 #	11.51 4 23.59 #	10.93 5 19.48 #	10.51 >5 16.57 #	10.36 >5 14.59 #	10.55 >5 13.15 #	+
0.18	13.83 2 34.01 #	13.27 3 27.51 #	12.57 4 22.63 #	12.06 5 19.19 #	11.74 >5 16.71 #	11.71 >5 15.02 #	11.67 >5 13.63 #
0.20	15.50 2 38.81 #	14.93 2 31.39 #	14.33 3 26.04 #	13.71 4 21.99 #	13.27 5 19.03 #	12.93 >5 16.87 #	12.00 >5 15.31 #
0.24	19.04 1 49.40 #	18.45 2 39.89 #	17.68 2 32.89 #	16.89 3 27.65 #	16.05 4 23.53 #	15.62 4 20.67 #	15.59 5 18.72 #

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*) = Die Platten sind überschrank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

*) = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Moments unter Eigengewicht.

T a b e l l e 21

Beton B35

BSt500

 $A_s/A_b = 0.40\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützweite in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	6.87 >5 16.01 #	+	+	+	+	+	+
0.12	8.53 5 20.11 #	7.92 >5 15.98 #	7.44 >5 13.15 #	+	+	+	+
0.14	10.24 4 24.47 #	9.64 5 19.61 #	8.90 >5 15.87 #	8.72 >5 13.72 #	+	+	+
0.16	11.97 3 29.02 #	11.37 4 23.36 #	10.58 5 18.98 #	10.13 >5 16.09 #	9.93 >5 14.11 #	9.89 >5 12.67 #	+
0.18	13.71 2 33.77 #	13.10 3 27.23 #	12.33 4 22.28 #	11.68 5 18.69 #	11.25 >5 16.15 #	11.21 >5 14.53 #	11.18 >5 13.16 #
0.20	15.34 2 38.50 #	14.77 3 31.13 #	14.07 3 25.66 #	13.30 4 21.46 #	12.75 5 18.43 #	12.44 >5 16.25 #	12.38 >5 14.72 #
0.24	18.88 1 49.07 #	18.12 2 39.33 #	17.43 2 32.52 #	16.67 3 27.36 #	15.81 4 23.25 #	14.99 5 20.00 #	14.93 5 18.08 #

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

++ = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

++ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 22

Beton B35

BSt500

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.10

Platten- Dicke in m		Stützweite in m						
		3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	11.65 3 27.77 #		+	+	+	+	+	+
0.12	14.38 2 35.07 #	13.74 3 28.28 #	13.06 3 23.53 #	+	+	+	+	
0.14	17.03 1 42.65 #	16.39 2 34.43 #	15.79 3 28.62 #	14.90 3 23.88 #	+	+	+	
0.16	19.68 1 50.69 #	19.15 1 41.07 #	18.31 2 33.90 #	17.58 3 28.54 #	16.64 3 24.22 #	16.22 4 21.29 #	+	
0.18	22.46 1 59.50 #	21.81 1 47.89 #	21.03 1 39.54 #	20.23 2 33.34 #	19.58 2 28.50 #	18.75 3 24.85 #	18.52 4 22.12 #	
0.20	25.08 1 68.54 #	24.53 1 55.16 #	23.85 1 45.68 #	22.93 2 38.38 #	22.14 2 32.94 #	21.25 2 28.53 #	20.68 3 25.25 #	
0.24	30.49 1 88.90 #	29.92 1 70.86 #	29.16 1 58.29 #	28.38 1 49.16 #	27.40 1 41.99 #	26.43 2 36.38 #	25.50 2 31.69 #	

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

+ = Die Platten sind überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1,3-fache des Moments unter Eigengewicht.

Tabelle 23

Beton B35

Bst500

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.15

I Platten- I Dicke I in m	I	Stützweite in m						I
		3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	
I 0.10	I	11.53						I
	I	3	+	+	+	+	+	I
	I	27.54 #						I
I 0.12	I	14.23	13.52	12.76				I
	I	2	3	3	+	+	+	I
	I	34.78 #	27.91 #	22.90 #				I
I 0.14	I	16.87	16.24	15.49	14.62			I
	I	1	2	3	3	+	+	I
	I	42.34 #	34.18 #	28.19 #	23.53 #			I
I 0.16	I	19.57	18.83	18.21	17.27	16.30	15.58	I
	I	1	1	2	3	3	4	I
	I	50.47 #	40.53 #	33.66 #	28.14 #	23.82 #	20.62 #	I
I 0.18	I	22.26	21.56	20.81	19.86	19.04	18.17	I
	I	1	1	1	2	3	3	I
	I	59.09 #	47.46 #	39.22 #	32.86 #	28.09 #	24.25 #	I
I 0.20	I	24.91	24.23	23.42	22.63	21.64	20.71	I
	I	<1	1	1	2	2	3	I
	I	68.19 #	54.64 #	45.03 #	37.99 #	32.36 #	27.95 #	I
I 0.24	I	30.17	29.61	28.87	27.89	27.11	25.91	I
	I	<1	<1	1	1	1	2	I
	I	88.20 #	70.28 #	57.84 #	48.50 #	41.65 #	35.91 #	I

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

+ = Die Platten sind überschlägt nach DIN 1045, Abs. 17.7.

+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Moments unter Eigengewicht.

T a b e l l e 24

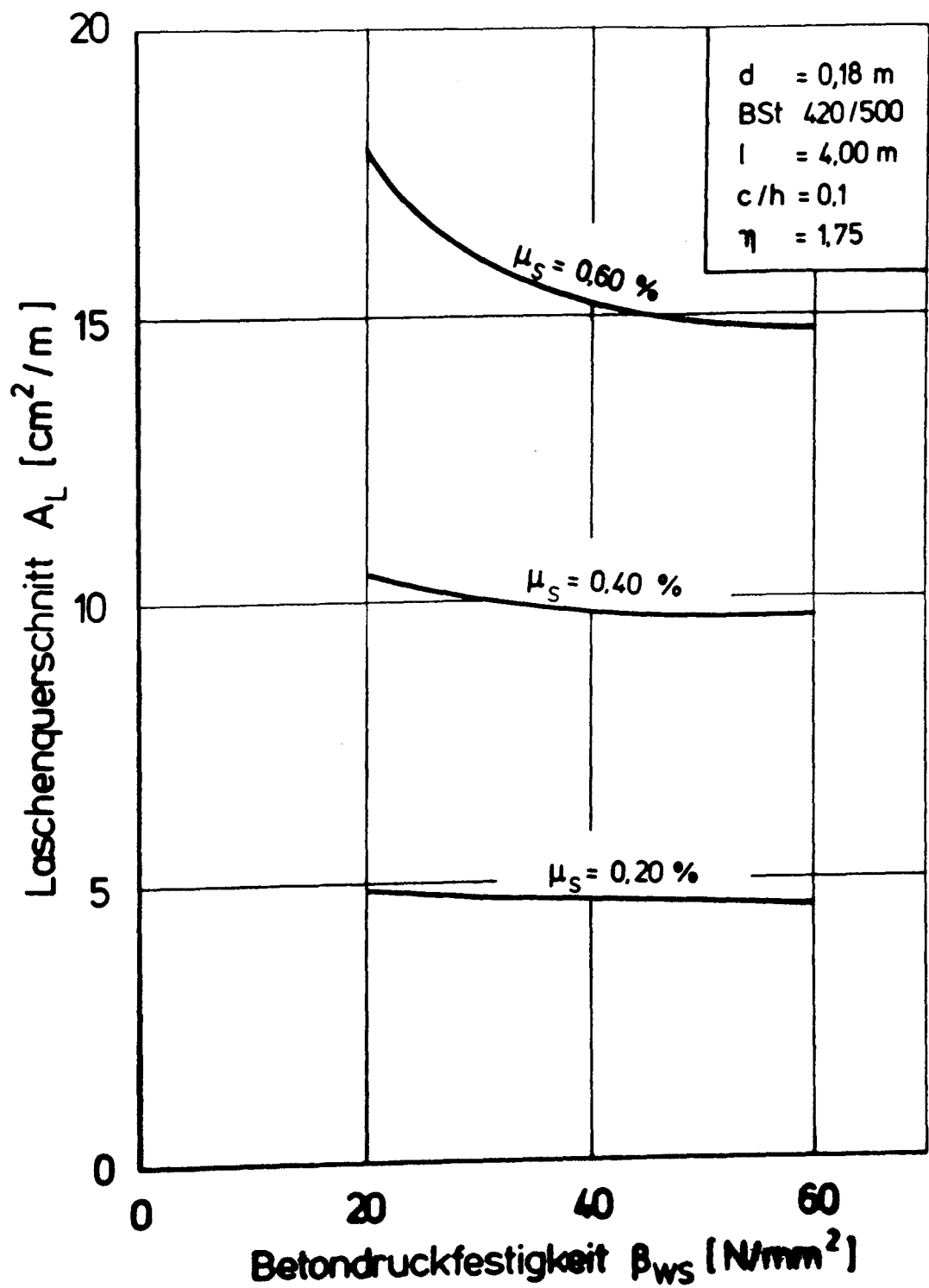


Bild 1: Laschenquerschnitt als Funktion der Betondruckfestigkeit

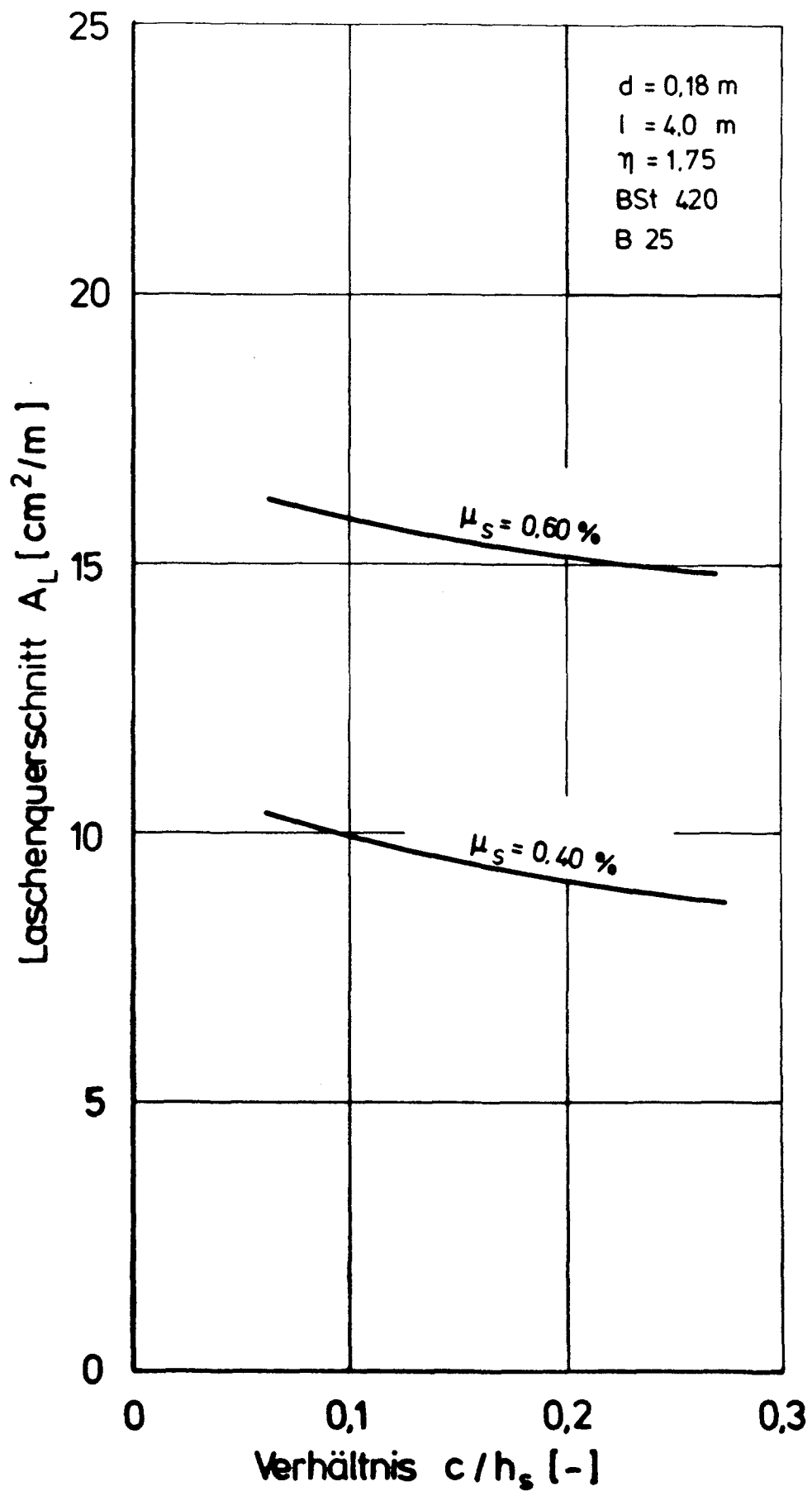


Bild 2: Laschenquerschnitt als Funktion des Verhältnisses

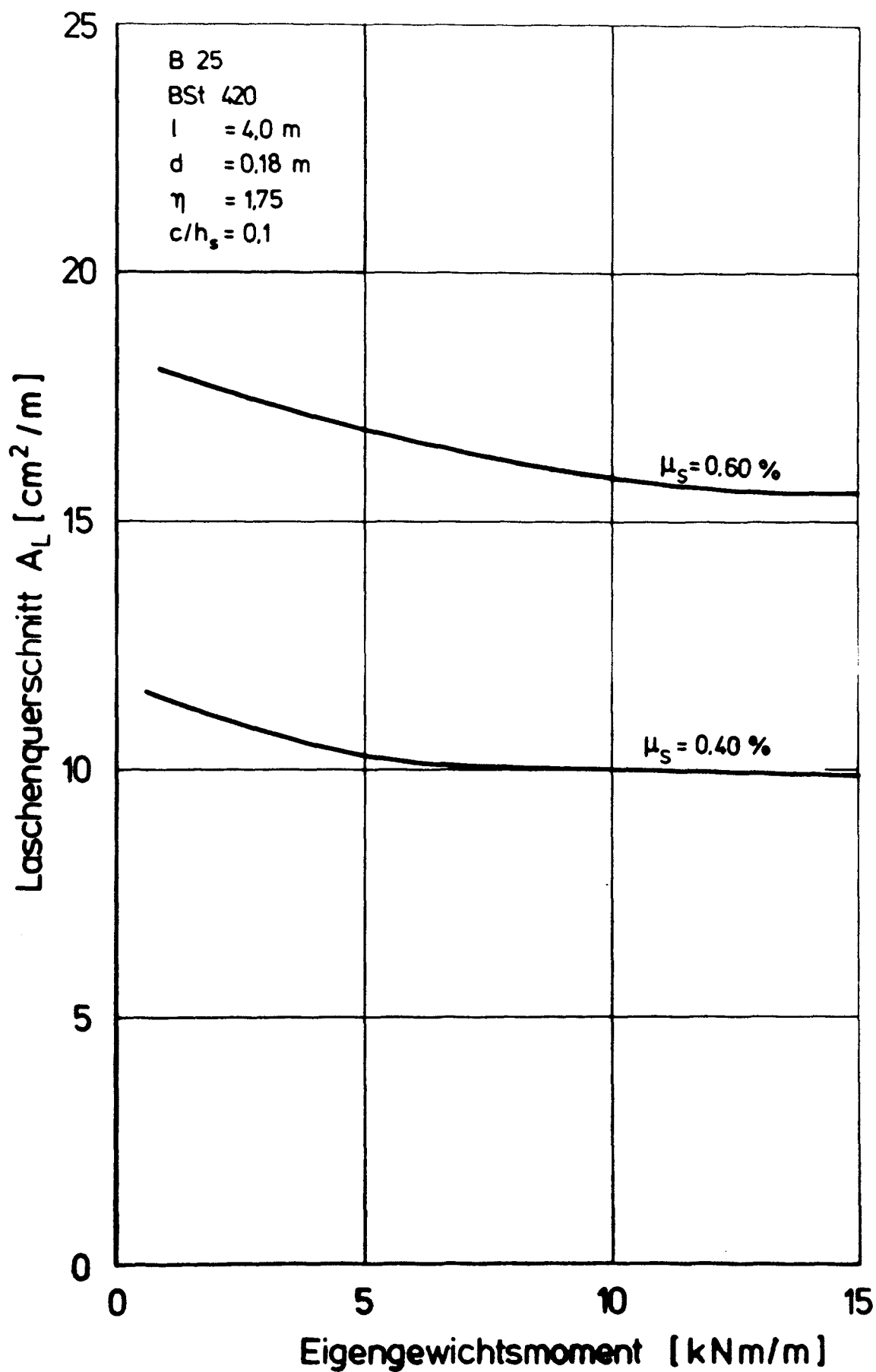


Bild 3: Laschenquerschnitt als Funktion des Eigengewichtsmomentes

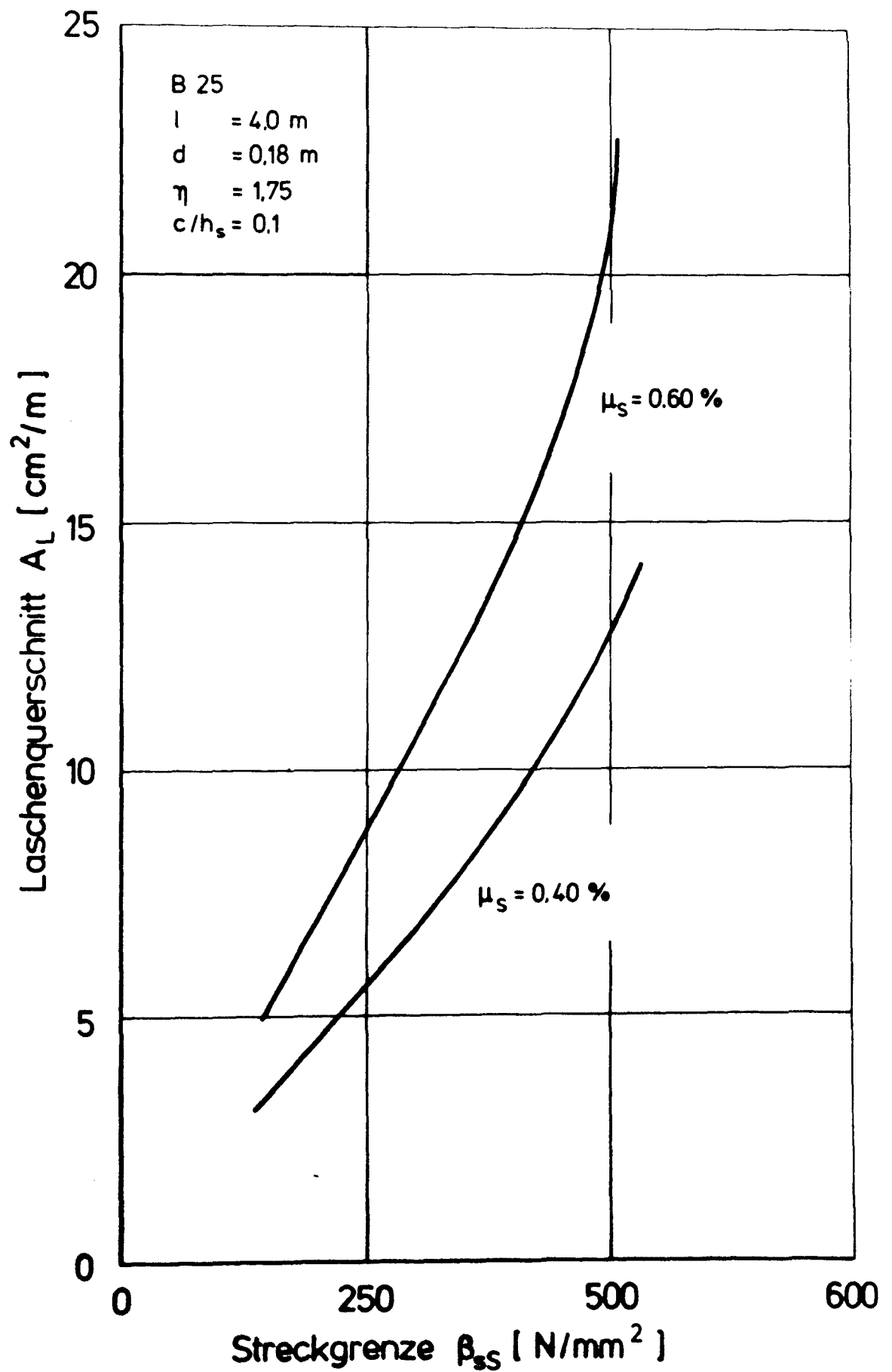


Bild 4: Laschenquerschnitt als Funktion der Streckgrenze

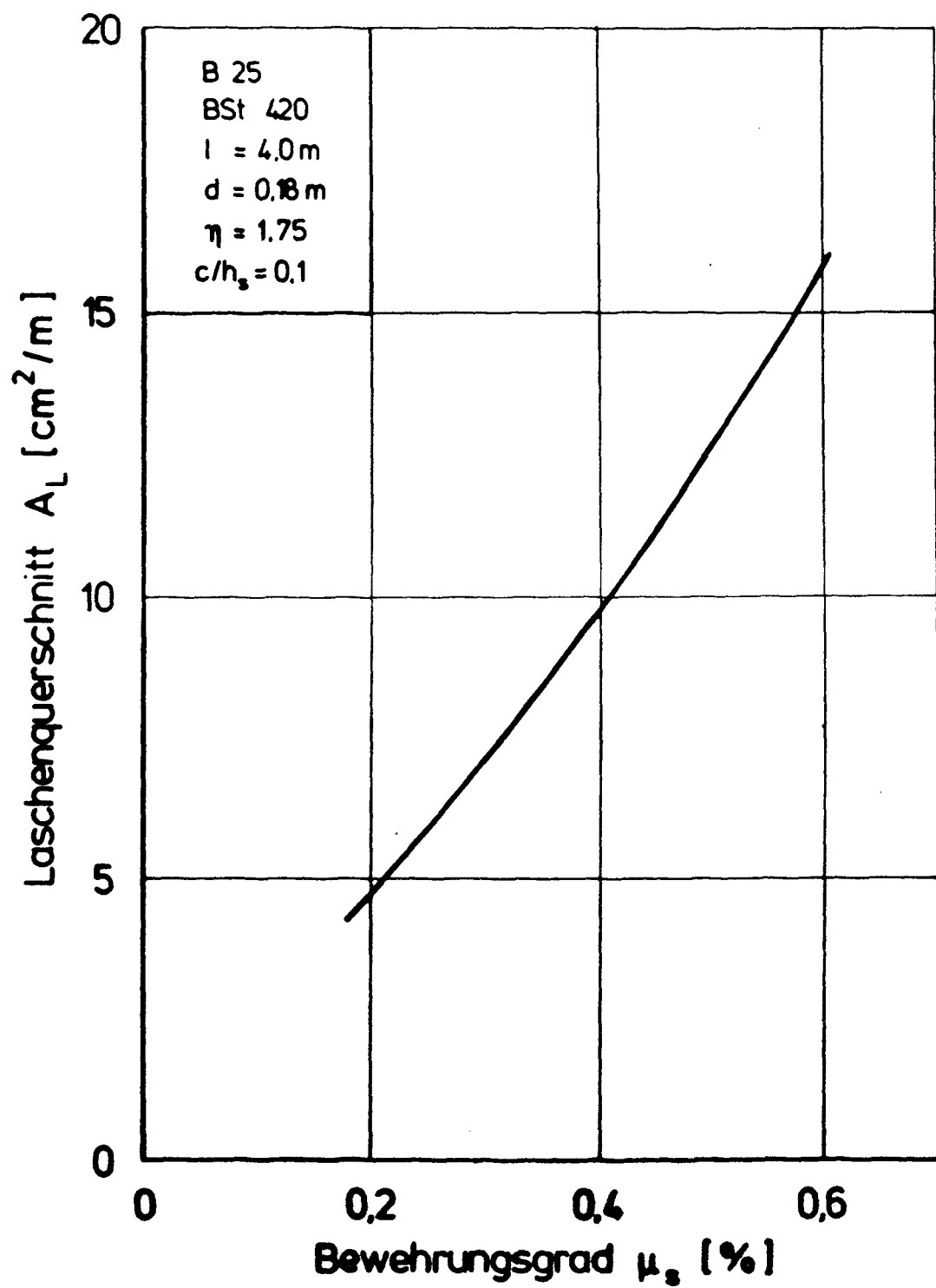


Bild 5: Laschenquerschnitt als Funktion des Bewehrungsgrades

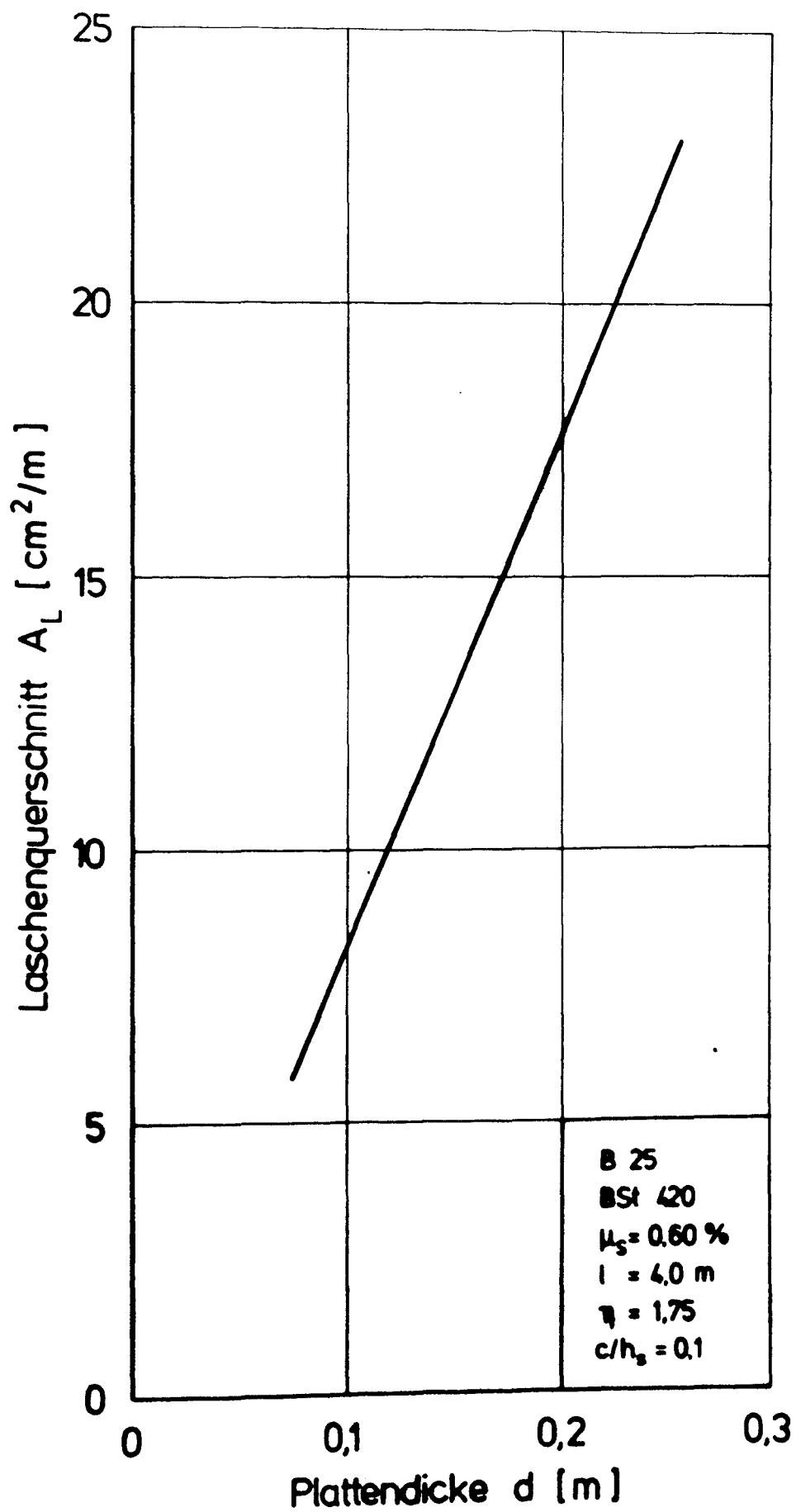


Bild 6: Laschenquerschnitt als Funktion der Plattendicke

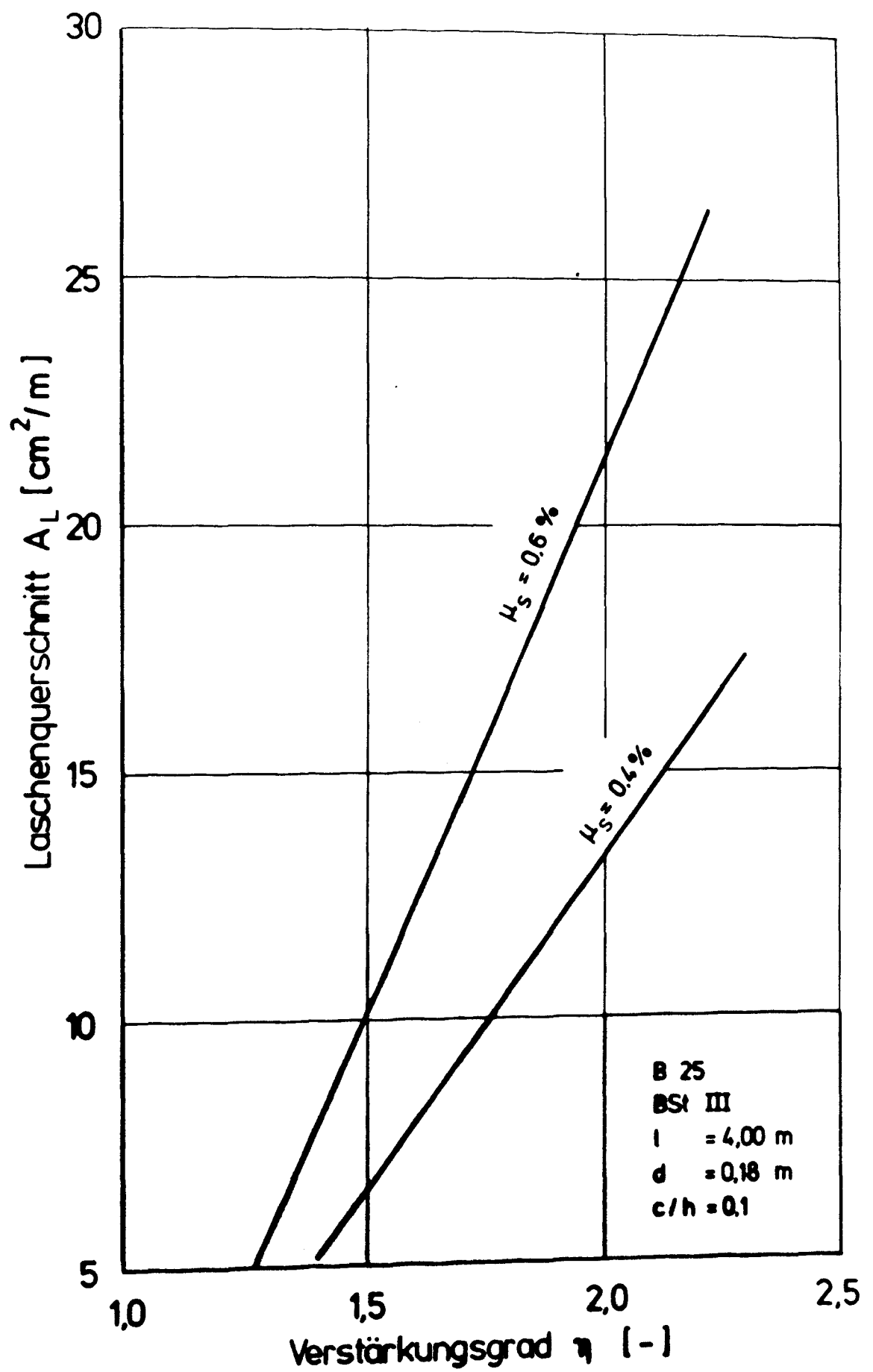


Bild 7 : Laschenquerschnitt als Funktion des Verstärkungsgrades

Beton B25

BSt420

As/Ad = 0.60%

c/hs = 0.15

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	8.52 4 29.21	+	+	+	+	+	+
0.12	10.45 3 36.35	10.08 4 29.70	9.85 5 25.15	+	+	+	+
0.14	12.62 2 44.55	11.99 3 35.74	11.63 4 30.00	11.52 5 26.21	+	+	+
0.16	14.66 1 52.52	13.99 2 42.22	13.27 3 34.61	13.13 5 30.15	13.11 4 26.89	13.33 5 24.24	+
0.18	16.71 1 60.77	16.02 1 48.99	15.49 2 40.85	15.08 3 34.97	14.84 3 30.70	14.73 4 27.63	14.77 5 25.15
0.20	18.72 <1 70.19 #	18.19 1 56.33	17.42 1 46.46	16.97 2 39.73	16.58 3 34.60	16.43 3 30.93	16.35 4 28.03
0.24	23.00 <1 94.27 #	22.18 <1 72.41 #	21.53 1 58.73	20.56 1 49.10	19.91 2 42.29	19.74 2 37.74	19.74 3 34.32

1. Zahl : Gesamtlaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtlaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*+ = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

*# = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 6a

Beton B25

BSt500

As/Ab = 0.60%

c/hs = 0.15

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	11.92 2 40.88	+	+	+	+	+	+
0.12	14.70 1 51.12	14.05 2 41.38	13.22 3 33.74	+	+	+	+
0.14	17.48 1 61.71	16.76 1 49.98	16.03 2 41.36	15.14 3 34.45	+	+	+
0.16	20.23 <1 73.62 #	19.48 1 58.81	18.82 1 49.09	17.91 2 41.14	17.01 2 34.89	16.15 3 29.96	+
0.18	23.03 <1 87.40 #	22.29 1 69.01 #	21.43 1 56.53	20.71 1 48.02	19.75 2 40.85	18.75 2 35.01	18.06 3 30.74
0.20	25.69 <1 102.02 #	25.13 <1 80.52 #	24.27 1 65.45 #	23.46 1 54.93	22.52 1 47.00	21.47 2 40.42	20.51 2 35.16
0.24	31.21 <1 136.54 #	30.66 <1 105.97 #	29.76 <1 85.36 #	28.98 1 71.09 #	28.01 1 60.21 #	26.89 1 51.58 #	25.73 1 44.76

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

*+ = Die Platten sind Überschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

*+ = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 12a

Beton B35

BSt420

 $A_s/A_b = 0.60\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m						
	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	8.30 5 20.71	+	+	+	+	+	+
0.12	10.13 3 25.64	9.76 5 20.90	9.58 >5 17.79	+	+	+	+
0.14	12.09 2 31.04	11.66 4 25.28	11.26 5 21.13	11.23 >5 18.58	+	+	+
0.16	14.09 2 36.71	13.50 3 29.64	13.02 4 24.70	12.80 4 21.38	12.78 5 19.07	12.75 >5 17.19	+
0.18	16.20 1 42.84	15.40 2 34.24	14.95 3 28.68	14.67 4 24.73	14.45 4 21.74	14.44 5 19.61	14.37 >5 17.79
0.20	18.02 1 48.39	17.47 2 39.34	16.84 2 32.67	16.41 3 27.94	16.19 4 24.57	16.04 4 21.95	15.96 5 19.90
0.24	22.04 <1 61.05	21.53 1 49.76	20.65 1 40.95	20.04 2 34.81	19.49 2 30.11	19.28 3 26.92	19.24 4 24.33

1. Zahl : Gesamtaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Laschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtaschenbreite in cm, $\beta = \tau_{u2}$ ist maßgeblich !

* = Die Platten sind überschlang nach DIN 1045, Abs. 17.7.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 18a

Beton B35

BSt500

 $A_s/A_b = 0.60\%$ $c/h_s = 0.15$

Platten- Dicke in m	Stützlänge in m	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00
0.10	11.53 3 28.76	+	+	+	+	+	+	+
0.12	14.23 2 36.00	13.52 3 28.95	12.76 4 25.69	+	+	+	+	+
0.14	16.87 1 43.31	16.24 2 35.21	15.49 3 29.08	14.62 3 24.19	+	+	+	+
0.16	19.57 1 50.99	18.83 1 41.33	18.21 2 34.54	17.27 3 28.84	16.30 3 24.52	15.58 4 21.00	+	+
0.18	22.26 1 59.09 #	21.56 1 47.95	20.81 2 39.92	19.86 2 35.50	19.04 3 28.65	18.17 3 24.68	17.61 4 21.79	+
0.20	24.91 1 68.19 #	24.23 1 54.64 #	23.42 1 45.42	22.63 2 38.54	21.64 2 32.85	20.71 3 28.55	19.86 3 24.76	+
0.24	30.17 1 88.20 #	29.61 1 70.28 #	28.87 1 57.84 #	27.89 1 48.50 #	27.11 1 41.88	25.91 2 36.05	24.84 2 31.42	+

1. Zahl : Gesamtstaschenquerschnitt in cm²

2. Zahl : Staschenabstand/Plattendicke

3. Zahl : Gesamtstaschenbreite in cm, # = Tau2 ist maßgeblich !

* = Die Platten sind Oberschlank nach DIN 1045, Abs. 17.7.

* = Das Gebrauchsmoment der unverstärkten Platte ist kleiner als das 1.3-fache des Momentes unter Eigengewicht.

T a b e l l e 24a